Aus dem Institut für Rechtsmedizin der Universität Würzburg

(Direktor: Professor Dr.med. W. Schwerd)

RINGBRÜCHE DER SCHÄDELBASIS

Inaugural-Dissertation
verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von
Ruth Jahn
aus Hof

Würzburg, den 25. Juni 1981

Aus dem Institut für Rechtsmedizin der Universität Würzburg
(Direktor: Professor Dr.med. W. Schwerd)

RINGBRÜCHE DER SCHÄDELBASIS

Inaugural-Dissertation
verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von
Ruth Jahn
aus Hof

Würzburg, den 25. Juni 1981

Referent:	Professor Dr.med. E. Schulz
Korreferent:	Professor Dr.med. K.A. Bushe
Dekan:	Professor Dr.med. K.-H. Wulf

Tag der mündlichen Prüfung: 30.7.1981

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Würzburg

Für meine Eltern

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543527_0017

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

		Seite
A.	EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG	1
B.	LITERATUR	2
	1. Allgemeines zu den Brüchen der Schädelbasis	2
	2. Ringbrüche der Schädelbasis	5
C.	MATERIAL UND METHODE	16
D.	ERGEBNISSE	19
	1. Verkehrsunfälle	19
	a) Insassen von Personenkraftwagen	19
	b) Fahrrad- und Motorradfahrer	22
	c) Fußgänger	24
	2. Stürze	26
	3. Sonstige Unfälle	28
	4. Alter und Geschlecht der Unfallopfer	29
	5. Kombination von Ringbrüchen mit Verletzungen des Mittel- und Stammhirns sowie mit Verletzungen der Halswirbelsäule	30
	6. Überlebenszeit	32
	7. Formen des Ringbruches	32
E.	DISKUSSION	33
F.	ZUSAMMENFASSUNG	52
L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S		I - III

A. EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG

Der Begriff "Ringbruch" der Schädelbasis wird heute angewandt zur Charakterisierung einer Fraktur, die um das große Hinterhauptsloch verläuft. Es handelt sich dabei um einen Bruch in den hinteren Schädelgruben, der seitlich beide Mittelohrräume sowie das Lager der Hirnanhangdrüse vorne einschließt.

Ein Ringbruch kommt selten vor. Er entsteht nach herrschender Meinung beim Fall aus der Höhe auf die Füße, bei plötzlicher Extrembewegung des Kopfes und nach schwerem Schlag gegen Kinn oder Hinterhaupt.

In umfassenden Arbeiten findet man zum Schädelbasisringbruch fast ausschließlich theoretische Erörterungen. Konkrete Fallbeschreibungen, worin u.a. auch auf ursächliche Ereignisse und eine Erklärung der Entstehung des Ringbruches eingegangen wird, sind selten.

Die vorliegende Arbeit soll anhand von Beispielen verschiedene Fragen zu den Schädelbasisringbrüchen klären helfen. Solche Fragen sind:

1. Existiert ein "typischer" Ringbruch der Schädelbasis in der Form, als die Frakturlinien eine Konstanz ihres Verlaufs aufweisen?
2. Welche Geschehensabläufe bzw. Gewalteinwirkungen führen zu derartigen Brüchen?
3. Gibt es Übergangsformen der Ringbrüche zu anderen Frakturarten und welche Deutung können diese gegebenenfalls erfahren?
4. Handelt es sich beim Ringbruch um einen Berstungs- oder um einen Biegungsbruch?
5. Welche Arten der Hirnschädigung treten beim Ringbruch auf?
6. Wie lange werden Ringbrüche überlebt?

B. LITERATUR

1. Allgemeines zu den Brüchen der Schädelbasis

Seit etwa 200 Jahren beschäftigen sich Mediziner näher mit der Entstehung von Schädelbasisbrüchen. Ein früher Versuch ihrer Erklärung war die "Vibrationstheorie oder Wellentheorie" von SAUCEROTTE (1784, zitiert nach GREIFFENHAGEN). Brüche der Schädelbasis wurden durch Contrecoup erklärt. SAUCEROTTE ging davon aus, daß der Schädel als einheitliches Sphäroid durch Stoß in Schwingungen oder Wellenbewegungen versetzt wird. Diese Wellenbewegungen breiten sich vom getroffenen Punkt nach allen Seiten aus und führen dort, wo sie zusammentreffen, zum Bruch. Jeder nicht am Ort der Gewalteinwirkung entstandene Bruch, sowie isolierte Verletzungen des Schädelinhaltes und der Diploe, wurden auf Gegenstoß zurückgeführt.

Eine neue Erklärung gab ARAN (1844, zitiert nach GREIFFENHAGEN). Er glaubte folgern zu können, daß Brüche der Schädelbasis durch "Irradiation" vom Ort der Gewalteinwirkung aus entstehen. Brüche, die vom Gewölbe zur Schädelbasis ziehen, würden in 99 % auf dem kürzesten Weg dorthin laufen, d.h. die ausstrahlenden Fissuren müßten direkte Fortsetzungen der Brüche an den Angriffspunkten sein ("Irradiation"). Die isolierten Brüche der Schädelbasis wurden bei diesen Überlegungen allerdings ausgeschlossen.

1873 brachte FÉLIZET (zitiert nach GREIFFENHAGEN) als weiteren Faktor den der Elastizität des Schädels in die Diskussion. Danach wird die Lokalisation von Fissuren vom architektonischen Bau des Schädels bestimmt. Die Fissuren verlaufen entlang den schwächsten Partien, beginnen an der Konvexität und ziehen zur Basis.

Diese drei Theorien - die "Vibrationstheorie" von SAUCEROTTE, das Gesetz von der "Irradiation" nach ARAN und die Lehre von den Strebepfeilern und dem architekto-

nischen Bau des Schädels nach FÉLIZET, erwiesen sich als noch nicht befriedigend.

Weitere Ergebnisse brachten Mitteilungen von MESSERER (1880) und von Von WAHL (1883). Die neuen Aussagen lauteten zusammengefaßt: ein Berstungsbruch verläuft parallel zur Druckrichtung. Am Schädel als angenommener Hohlkugel liegt die Bruchlinie in einem Meridian, die Berstung erfolgt am Ort der stärksten Dehnung oder Zerrung. Die zweite Bruchart bilden die Biegungsbrüche (Von WAHL) oder Brüche, die durch Übereinander- oder Gegeneinanderschieben der Teilchen (MESSERER) entstehen. Die Bruchlinie der Biegungsbrüche liegt in der Ebene, die die Druckachse rechtwinklig kreuzt (Abb. 1 und 2).

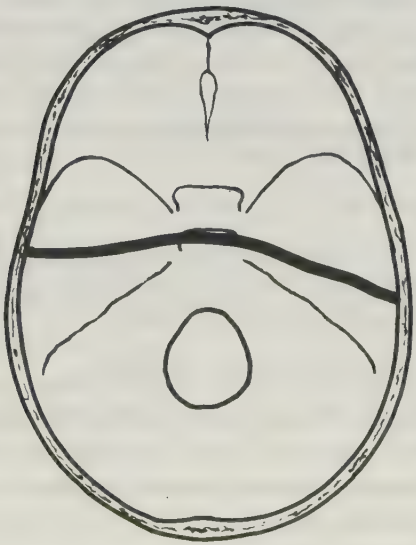

Abb. 1: Querbruch der Schädelbasis - Berstungsbruch nach Von WAHL, 1883

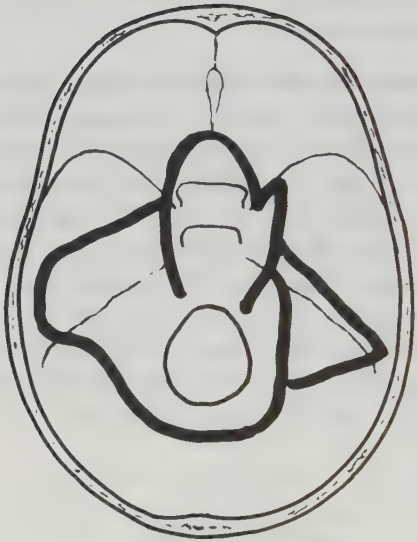

Abb. 2: Biegungsbruch der Schädelbasis nach MESSERER, 1880

STRASSMANN (1895) fand schließlich eine Einteilung der Brüche am Schädelgrund, welche verschiedene Gesichtspunkte berücksichtigt. Danach gibt es:

1. Berstungsbrüche (indirekte Brüche),
2. Biegungsbrüche, die selten als "direkte" angegeben werden, und
3. indirekte Brüche, wobei die Wirbelsäule in den Schädel getrieben wird.

Aufbauend auf diesen Erkenntnissen gilt noch heute die Einteilung der Schädelbrüche in direkte und indirekte. Zu den Biegungs- oder Impressionsbrüchen, die als direkte am Ort der angreifenden Gewalt am Schädeldach entste-

hen, zählen Loch-, Terrassen- und Globusbrüche. Die Frakturlinien von Biegungsbrüchen stehen senkrecht zur Druckrichtung; sie umkreisen den Druckpol.

Berstungsbrüche sind indirekte Brüche. Man findet sie eher an der Schädelbasis, wenn die Gesamtform des Schädels verändert wird. Fronto-occipitale Kompression des Schädels bedingt einen Längsbruch, parieto-parietale Kompression einen Querbruch der Basis. Die Frakturlinien von Berstungsbrüchen verlaufen parallel zur Druckrichtung, d.h. parallel zur Richtung der angreifenden Gewalt (PONSOLD, 1967).

2. Ringbrüche der Schädelbasis

Ein Überblick über die Literatur, die sich mit den Schädelbrüchen beschäftigt, zeigt, daß Arbeiten über die Ringbrüche der Schädelbasis und deren Entstehung selten sind. Zunächst wurden Ringbrüche nur als solche kommentarlos angeführt oder fragmentarisch abgehandelt. Erst in den letzten Jahrzehnten haben sich mehrere Autoren mit dem Thema näher beschäftigt.

Nach Le COUNT u. HOCKZEMA (1934) soll der Engländer BELL als erster 1816 einen Ringbruch der Schädelbasis beschrieben und dessen Mechanismus richtig gedeutet haben. Er setzte diesen Bruch mit einer starken Gewalteinwirkung auf den Hinterkopf in Beziehung.

Die erste klare Beschreibung einer Ringfraktur in der hinteren Schädelgrube um das große Hinterhauptsloch dürfte von dem Franzosen BERCHON (1862) stammen. Der Ringbruch wurde als ein direkter, durch Stauchung bei Fall auf den Schädel entstandener Bruch beschrieben (Abb. 3).

Unseres Wissens war BAUM (1876) der erste, der ausdrücklich betonte, daß die typischen Ringbrüche der Schädelbasis indirekt entstehen. Als "typisch" bezeichnete er eine mit dem horizontalen Umfang des Schädels konzentrisch ver-

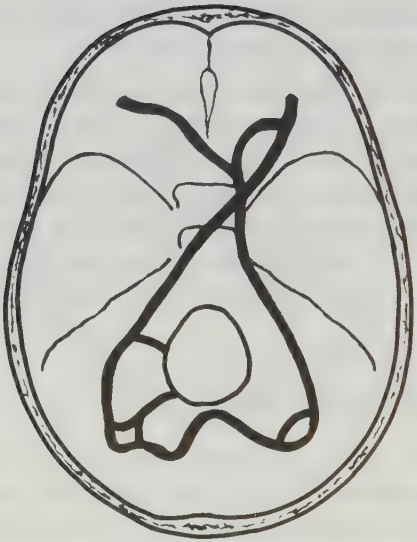

Abb. 3: Ringbruch, Skizze von BERCHON, 1862
nach Le COUNT u. HOCKZEMA, 1934

laufende Frakturlinie, die im Foramen occipitale magnum beginnt, diese mit dem Foramen jugulare verbindet, zum Felsenbein zieht und über das Foramen caroticum zum Türkensattel läuft und sich dort mit der Frakturlinie der anderen Schädelbasisseite vereint. Die Wirbelsäule dient als Vermittlerin zur Kraftübertragung bei Sturz auf den Scheitel oder auf die Füße, wobei die Condylen des Hinterhauptsbeines mit Türkensattel und Felsenbein ins Schädelinnere getrieben werden.

Dieser Deutung schließen sich MESSERER (1880), WEIL (1881) und STRASSMANN (1895) an. KRATTER (1921) verweist auf MESSERER (1885), der von "uneigentlich indirekten" Brüchen spricht. Schließlich treten MERKEL u. WALCHER (1936)

und SPASIĆ u. REŽIĆ (1970) für die indirekte Entstehungsart der Ringbrüche ein.

Andere Autoren sprechen sich, wie schon BERCHON (1862), für die Annahme eines direkten Entstehungsmechanismus aus. So betont HERRMANN (1881), daß fast alle Frakturen der Schädelbasis direkte sind. Von WAHL (1883) nennt sie Frakturen "par contre-coup". GREDER (1885) spricht wie GREIFFENHAGEN (1887) von direkter Gewalteinwirkung, wenn die Wirbelsäule auf die Schädelbasis trifft. KÖRBER (1889) bezeichnet den Ringbruch als Biegungsbruch, der bei doppelseitiger Kompression des Schädels entsteht, wenn ein Pol durch die Wirbelsäule gebildet wird. Für MÜLLER (1898) stellt der Ringbruch einen Stück- bzw. Biegungsbruch dar. Den Verlauf beschreibt er wie BAUM (1876). SCHLESINGER (1900) benennt als Hauptform des Biegungsbruches den Ringbruch und betont, daß Schädelbasisbrüche generell direkte Brüche seien. HOPPE (1904) und später REIMANN (1961) sprechen ebenfalls von Biegungsbrüchen, wobei REIMANN in den oft unvollständigen Bruchlinien beidseits des großen Hinterhauptsloches "Entlastungsbrüche" sieht.

Als wesentliche Entstehungsmechanismen für Ringbrüche der Schädelbasis werden genannt:

1) Stauchung

   Die Wirbelsäule wird in die Schädelbasis hineingetrieben beim Fall auf Gesäß, Knie oder Füße;

   der Schädel wird auf die Wirbelsäule aufgestülpt bei Sturz auf die Scheitelhöhe, Gewalteinwirkung auf den Scheitel.

   In jedem Fall findet sich hierbei eine vertikale Kompression des Körpers. Durch den Druck der in den Schädel getriebenen Wirbelsäule brechen die Partien der Schädelbasis um das Foramen occipitale magnum herum und werden ins Schädelinnere verlagert.

TOVO (1908) erwähnt den Ringbruch um das Foramen occipitale magnum als eine "ganz eigenartige Form" eines Schädelbruches durch Stauchung bei Fall auf Füße, Knie, Gesäß oder Scheitel.

WEILER (1973) äußert, daß als typisch bezeichnete Sprungverletzungen, wie u.a. der Ringbruch der Schädelbasis, sehr selten sind. Bei 43 untersuchten Fällen sah er nur einmal einen Ringbruch nach Sturz.

In neuerer Zeit wurde von SPASIĆ u. REŽIĆ (1970) der klassische Entstehungsmechanismus von Ringbrüchen durch einfache schematische Darstellung anschaulich gemacht (Abb. 4).

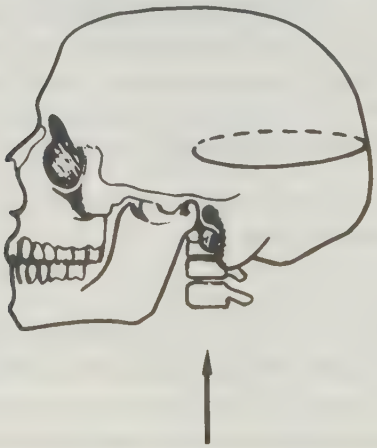

Abb. 4: "Klassischer Entstehungsmechanismus" nach SPASIC u. REZIC, 1970

2) Traktion

Im Gegensatz zur Stauchung mit Wirksamwerden von Druckkräften verursachen hier Zugkräfte einen Ringbruch. Der Schädel wird gewaltsam von der Wirbelsäule weggerissen.

Die Bandverbindung zwischen Schädelbasis und Wirbelsäule im Atlanto-occipital-Gelenk ist in diesen Fällen so stark, daß nicht diese gelöst wird, sondern die gegen Zug weniger widerstandsfähigen Teile der Schädelbasis ausbrechen (Abb. 5).

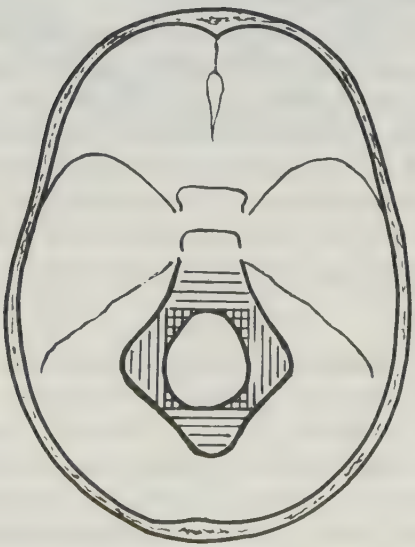

Abb. 5: Projektion der ventralen und dorsalen Bänderanhaftungsareale und der lateralen Anteile. Areal der Ringbrüche schraffiert nach REIMANN, 1961

Le COUNT u. HOCKZEMA (1934) teilten die Ringbrüche in den mittleren und hinteren Schädelgruben ein in "kleine und große Ringe". Unter "großen" Ringen verstanden sie meist die Brüche, die mit einer Aufsprengung der Lambdanaht einhergingen.

Beide Autoren erkannten noch etliche Jahre vor MORITZ, daß neben Stauchung auch Zug zwischen Schädelbasis und Wirbelsäule einen Ringbruch verursachen kann.

Folgende ursächliche Ereignisse mit der Folge einer Traktion werden angeführt:

a) Sturz nach rückwärts mit Aufschlag des Hinterhauptes und gleichzeitigem Schereffekt

MORITZ (1942) gibt hierzu eine einfache Erklärung: Ein Sturz nach rückwärts mit Aufschlag des Hinterkopfes und gleichzeitigem Schereffekt hat eine Traktion zwischen Schädelbasis und Wirbelsäule zur Folge. Dabei kommt es zur Kontinuitätstrennung zwischen den durch den Bandapparat an der Wirbelsäule fixierten Teilen und der übrigen Schädelbasis. Prinzipiell die gleiche Auffassung vertreten auch NAGY u. HAFERLAND (Abb. 6).

b) Plötzliche Überstreckung der Wirbelsäule mit extremer Rückwärtsbeugung des Kopfes (PATSCHEIDER, WÜRMELING u. STRUCK, BARDZIG)

Es ist das Verdienst von PATSCHEIDER (1961), zahlreiche Ringbrüche, insbesondere solche bei Verkehrsunfällen, in ihrer Biomechanik verständlich gemacht zu haben. Wie man weiß, ist die Zugfestigkeit der Knochen geringer als ihre Druckfestigkeit (IPSEN, 1910). Wird ein langsam bewegter Körper (Fußgänger) von einem schnell bewegten Fahrzeug von hinten angefahren, so wirken Zugkräfte größeren Ausmaßes auf ihn ein. Es kommt zu einer plötzlichen Überstreckung der Wirbelsäule, wobei der Kopf extrem rückwärts "gebeugt" wird.

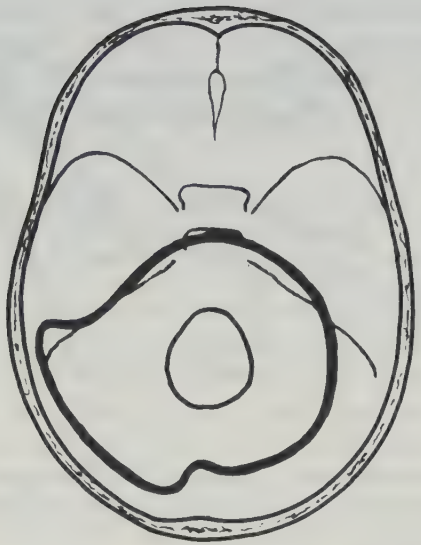

Abb. 6: Schematische Darstellung der Extensionsfraktur als Ringbruch
nach NAGY u. HAFERLAND, 1969

Die Wirbelsäule dient als Hebel. Durch Extension entsteht ein Ringbruch der Schädelbasis (Extensionsfraktur). Auffallend ist, daß die Verbindung zwischen Keil- und Hinterhauptsbein glatt gelöst ist, was für einen Bruchbeginn an dieser Stelle spricht.

c) Retroflexion - Hyperextension

JAROSCH u. HINZ (1969) erläutern Retroflexion und Hyperextension des Kopfes bzw. der Halswirbelsäule beim sog. Schleudertrauma. Typische Unfallsituationen sind gegeben, wenn ein Fußgänger von einem Fahrzeug von hin-

Abb. 7: Retroflexions-Hyperextensions-Bewegung beim Auffahrunfall ohne Abwehrreaktion und beim Frontalzusammenstoß mit Abwehrreaktion nach JAROSCH u. HINZ, 1969

Abb. 8: Flexions-Hyperextensions-Bewegung beim Frontalzusammenstoß ohne Abwehrreaktion nach JAROSCH u. HINZ, 1969

ten erfaßt wird, aber auch beim Auffahrunfall eines Kraftfahrzeuges und beim Frontalzusammenstoß zweier Fahrzeuge, wenn bei den Fahrzeuginsassen Abwehrreaktionen, d.h. Abstützen der Gliedmaßen, Anspannen der Nuchal- und Rückenmuskulatur, zusätzlich wirksam werden (Abb. 7 und 8).

d) Gewalteinwirkung auf den Gesichtsschädel
(NAGY u. HAFERLAND, SPASIĆ u. REŽIĆ)

Neben NAGY hatten sich SPASIĆ u. RĚŽIĆ (1970) über diese Traktionsform Gedanken gemacht. Die Traktion wird durch direkte Gewalteinwirkung auf das Gesicht verursacht. So kann ein starker Schlag auf das Kinn einen Ringbruch verursachen. Ein geschlossener Mund und ein gutes Gebiß begünstigen das Entstehen eines solchen Bruchs. Die Partie der Schädelbasis um das Foramen occipitale magnum bleibt fest mit der Wirbelsäule verbunden. Die Bruchöffnung entspricht der Kraftresultanten des Druckes nach oben und des Zuges nach unten (Abb. 9).

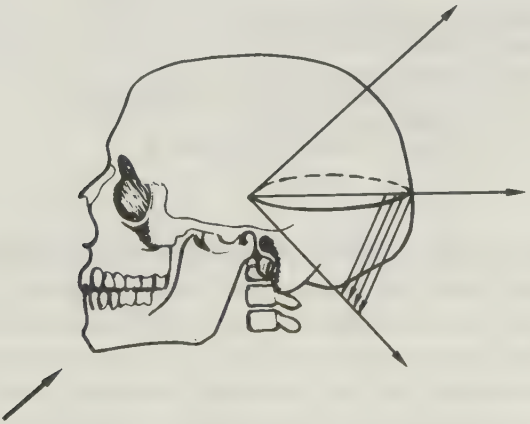

Abb. 9: Kraftresultanten von Druck und Zug bei einem Schlag an das Kinn
nach SPASIĆ u. REŽIĆ, 1970

NAGY (1973) stellt fest, daß das Ausmaß der Retroflexion des Kopfes beim Motorradfahrer verstärkt werden kann durch das Fixationsband eines getragenen Sturzhelmes, der den Gesichtsschädel im Moment des Aufschlagens nach oben und hinten reißt (Abb. 10).

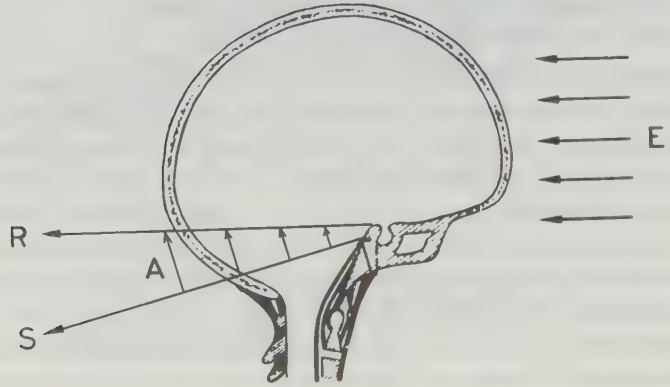

Abb. 10: Extensionsringfraktur
nach NAGY, 1973

R = resultierende Kraftlinie
A = nach oben wirkende Zerreißkraft
S = Schädelbasisebene
E = frontale Krafteinwirkung

e) Schleifen einer Person im Verkehrsunfallgeschehen

REIMANN (1961) berichtet von einem Fußgänger, der in eine Straßenbahn gelaufen war und einige Meter mitgeschleift wurde. Dabei war es zu mehrfachem Aufschlagen des Kopfes auf der Fahrbahn gekommen. Die Folge war ein Ringbruch durch Traktion zwischen Schädelbasis und Wirbelsäule beim Schleifen des Körpers auf der Fahrbahn.

3) Schleuderung und Anprall des Kopfes

PATSCHEIDER beschreibt 1969 eine Form des Ringbruches, die nur unvollständig mit den Erörterungen von Stauchung und Traktion erfaßt werden kann. Es sind dies die "Diagonalbrüche". Sie setzen sich zusammen aus der Kombination einer basalen Scharnierfraktur mit einem nahezu halbkreisförmigen Bruch des Schädeldaches am Hinterhaupt außerhalb der Schädelbasis. Solche diagonale Ringfrakturen können entstehen durch das Zusammenwirken von Schleuderung und gleichzeitigem Anprall des Kopfes bei hoher Geschwindigkeit.

C. MATERIAL UND METHODE

Grundlage für die Bearbeitung des Themas waren 57 vollständige oder unvollständige Ringbrüche, die in den Sektionsprotokollen des Institutes für Rechtsmedizin der Universität Würzburg in den Jahren 1970 bis 1980 beschrieben wurden. Die Häufigkeit dieser Verletzungen, bezogen auf das gesamte Sektionsgut, betrug 1,3 %.

Maßgebend für die Auswahl der Fälle waren Schädelbasisbrüche mit einem ring- oder bogenförmig nach innen konkaven Verlauf in den mittleren und hinteren Schädelgruben. Wir sprechen von "vollständigen" und "unvollständigen" Ringbrüchen. Zur weiteren Unterteilung wurde die Bezeichnung "nach vorne offen" und "nach hinten offen" eingeführt (Abb. 11, 12, 13).

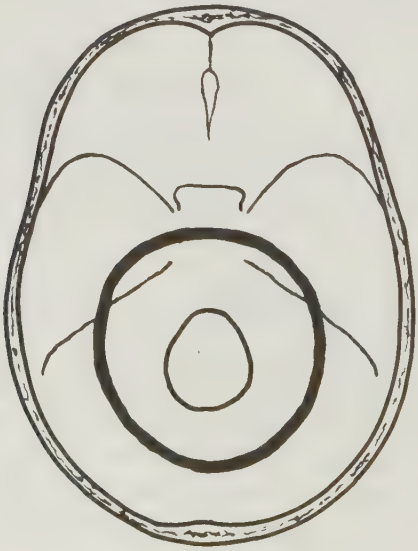

Abb. 11: Vollständiger Ringbruch - schematisch

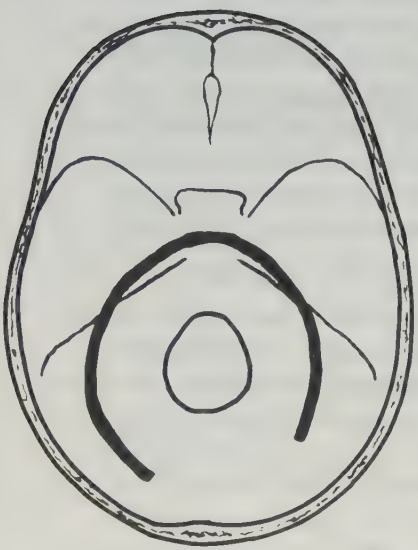

Abb. 12: Ringbruch nach hinten offen - schematisch

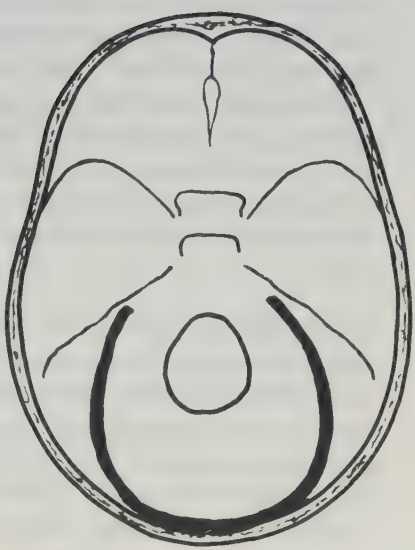

Abb. 13: Ringbruch nach vorne offen - schematisch

Die Unfallarten, bei denen Ringbrüche der Schädelbasis gefunden wurden, waren:

1. Verkehrsunfälle
   a) Insassen von Personenkraftwagen (2,8 %)
   b) Fahrrad- und Motorradfahrer (5,3 %)
   c) Fußgänger (2,5 %)
2. Stürze (2,1 %)
3. Sonstige Unfälle (1,0 %)

Die angegebenen Prozentzahlen beziehen sich auf die Häufigkeit von Ringbrüchen in den jeweiligen Unfallgruppen (Anzahl der Obduktionen).

Im einzelnen erfolgte die Deutung und Zuordnung der Frakturen nach Ursache, Mechanismus und Frakturtyp anhand der Frakturen selbst, in Verbindung mit sonstigen Verletzungen der Unfallopfer sowie unter Berücksichtigung von Beschädigungen unfallbeteiligter Fahrzeuge. Deutung und Erklärung der Frakturen wurden auch aus Bewegungsvorgängen des Gesamtkörpers und Extrembewegungen des Kopfes bzw. der Halswirbelsäule abgeleitet. Besonders beachtet wurden Platzwunden, Hautschürfungen und Blutungen in der Kopfhaut.

Beim Fußgänger-PKW-Unfall standen neben dem Obduktionsbefund die durch Berührung mit dem angefahrenen Fußgänger am PKW verursachten Beschädigungen zur Verfügung. Es wurden soweit wie möglich die vorliegenden Ergebnisse von Unfallrekonstruktion einschließlich kraftfahrzeugtechnischer Untersuchungen berücksichtigt. Das gleiche gilt für die Unfälle von Zweiradfahrern.

Bei der Beurteilung der Verletzungen von PKW-Insassen war ebenfalls die Kollisionsart zu beachten. Die Bewegungsabläufe der Insassen bei der Kollision und damit auch die Verletzungsmechanik ließen sich in vielen Fällen rekonstruieren.

Auch beim Sturz lagen zum großen Teil Schilderungen des Unfallortes und sonstiger Umstände vor.

Beispiele sollen an späterer Stelle ausführlich diskutiert werden.

Von 57 ausgewerteten Protokollen lagen in 19 Fällen neben Beschreibungen des Bruchlinienverlaufes auch schematische Zeichnungen vor.

D. ERGEBNISSE

1. Verkehrsunfälle

a) Insassen von Personenkraftwagen

Gesamtzahl: 18

11 Fahrer
6 Beifahrer
1 Mitfahrer auf dem Rücksitz rechts

Unfallart:

Auffahrunfall (frontal), gleiche Fahrtrichtung:		4
Anprall frontal an Betonröhre, Baum etc.	:	3
Kombination mehrerer Auffahrunfälle	:	3
Abkommen des PKW von der Straße / Schleudern / Überschlagen des PKW	:	3
Frontalzusammenstoß zweier PKWs	:	2
Zusammenstoß zwischen PKW und Bus	:	2
LKW fährt von hinten auf parkenden PKW auf	:	1

Insassen von Personenkraftwagen 1

Nr.	Alter Geschl.	Gewalteinwirkung	Folgen für Halswirbelsäule und Kopf	Bruchform
1	38 J. m.	Kinnanprall	Hyperextension Traktion	Ringbruch, hinten offen
2	24 J. m.	Gewalteinwirkung an Kinn, Hals u. Gesicht links	Hyperextension	Ringbruch mit Ausläufern nach vorne
3	19 J. w.	Anprall an Kinn und Hals Platzwunde occipital	Hyperextension Stauchung	Ringbruch mit Ausläufern nach hinten
4	20 J. m.	Kinnanprall	Hyperextension	Ringbruch
5	54 J. w.	Gewalteinwirkung auf Scheitel und Schläfe links Gesichtsanprall links	Stauchung Hyperextension	Ringbruch mit Ausläufern nach vorne links, seitlich u. hinten
6	20 J. m.	Gesichtsanprall rechts	Hyperextension Traktion	Ringbruch mit besonders verzweigtem Bruchsystem auf der Seite der Gewalteinwirkung
7	29 J. m.	Stirnanprall	Hyperextension	Ringbruch
8	43 J. m.	Anprall an Kinn und Hals	Hyperextension	Ringbruch mit Einbeziehung der Lambdanaht
9	39 J. m.	Anprall Stirnmitte und Hinterhaupt	Stauchung Traktion	Ringbruch, hinten offen
10	21 J. w.	Gesichtsanprall mit Stauchung des Kopfes	Hyperextension Stauchung	Ringbruch; links offen verzweigtes Bruchsystem in den vorderen Schädelgruben
11	21 J. m.	Aufschlag linke Schläfe	laterale Extrembewegung des Kopfes Hyperextension	Ringbruch, hinten offen

Insassen von Personenkraftwagen 2

Nr.	Alter Geschl.	Gewalteinwirkung	Folgen für Halswirbelsäule und Kopf	Bruchform
12	22 J. m.	Anprall mit Kinn und rechter Gesichtsseite	Hyperextension	Ringbruch
13	18 J. w.	Anprall occipital links	Stauchung?	Ringbruch, hinten offen
14	37 J. w.	Stirn- und Gesichtsanprall	Hyperextension	Ringbruch
15	45 J. w.	Anprall an Kinn und rechte Stirn	Hyperextension	Ringbruch, asymmetrisch, rechtsbetont
16	19 J. w.	Anprall temporo-occipital links	Traktion bei einseitiger Gewalteinwirkung evtl. kombiniert mit Stauchung	Ringbruch, hinten offen deutliches Überragen des äußeren Bruchrandes
17	19 J. m.	Gewalteinwirkung am Scheitel links der Mitte	Stauchung	Ringbruch, hinten offen
18	27 J. w.	Gesichtsanprall Gewalteinwirkung auf Scheitel rechts	Hyperextension Stauchung	Ringbruch mit Ausläufern in rechte mittlere Schädelgrube

Bei den Insassen von Personenkraftwagen fand häufig eine mehrfache Gewalteinwirkung auf den Kopf, z.B. auf Gesicht und Hinterkopf statt.

Der Entstehungsmechanismus der Ringfraktur wurde u.a. auch aus der Unfallart abgeleitet, wenn charakteristische äußere Verletzungen der Unfallopfer fehlten.

b) Fahrrad- und Motorradfahrer

Gesamtzahl: 14

4 Unfälle von Fahrradfahrern
10 Unfälle von Motorradfahrern

13 Fahrer
1 Beifahrer

Unfallart:

Kollision zwischen Fahrrad und KFZ : 4

Motorrad (= Mofa, Moped, Kleinkraftrad)
Kollision mit KFZ (PKW, LKW) : 5
Anprall an Mauer : 2
Unklarer Unfallhergang : 2
Sturz vom Motorrad : 1

Fahrrad- und Motorradfahrer 1

Nr.	Alter Geschl.	Gewalteinwirkung	Folgen für Halswirbelsäule und Kopf	Bruchform
19	44 J. m.	Anprall linke Scheitelgegend Schürfung rechte Stirn - Schläfe	Stauchung laterale Extrembewegung des Kopfes	Ringbruch
20	60 J. m.	Anprall rechter Scheitel bis Hinterhaupt	Stauchung	Ring-Trümmerbruch
21	58 J. m.	Anprall am Kinn	Hyperextension	Ringbruch
22	75 J. m.	Anprall mit Hinterkopf	Traktion	Ringbruch, hinten offen
23	16 J. m.	Anprall an Kinn und Hals rechts Blut im rechten Ohr	Hyperextension	Ringbruch mit Ausläufern nach rechts
24	61 J. m.	Gesichtsanprall	Hyperextension Traktion	Ringbruch

Fahrrad- und Motorradfahrer 2

Nr.	Alter Geschl.	Gewalteinwirkung	Folgen für Halswirbelsäule und Kopf	Bruchform
25	19 J. m.	Gewalteinwirkung von Stirn bis zu hinterem Scheitelbein	Stauchung (Sturzhelm)	Ringbruch oval, quergestellt
26	18 J. m.	Gesichtsanprall	Hyperextension	Ringbruch
27	16 J. m	Zwei Angriffspunkte: Schläfe rechts und links	Hyperextension Stauchung laterale Extrembewegung	Ringbruch, hinten offen verzweigtes Bruchsystem
28	20 J. m.	Gesichtsanprall rechts	Hyperextension	Ringbruch, hinten offen, mit Ausläufern nach vorne
29	18 J. m.	Gesichsanprall	Hyperextension	Ringbruch, hinten offen
30	18 J. m.	Aufschlag mit Hinterkopf und rechter Schläfe Zustand nach Trepanation	(Stauchung?)	Ringbruch mit Aufsprengung der Lambdanaht rechts
31	16 J. m.	Anprall mit Hinterkopf rechts	Traktion	Ringbruch mit Aufsprengung der Pfeil- und Lambdanaht
32	19 J. m.	Gewalteinwirkung auf Stirn und Scheitel	Stauchung (Sturzhelm)	Ringbruch

c) Fußgänger

Gesamtzahl: 14

Unfallart:

Von einem Kraftfahrzeug angefahren wurden

8 Fußgänger von hinten,

6 Fußgänger von der Seite.

Fußgänger 1

Nr.	Alter Geschl.	Gewalteinwirkung	Folgen für Halswirbelsäule und Kopf	Bruchform
33	76 J. m.	Stirnanprall	Stauchung	Ringbruch mit Ausläufern nach vorne, Wirbelsäule eingestaucht in Schädelbasis
34	16 J. m.	Anprall Unterkiefer	Hyperextension	Ringbruch
35	14 J. w.	Gesichtsanprall	Hyperextension	Ringbruch
36	15 J. w.	Gewalteinwirkung linke Stirn und Schläfe	laterale Extrembewegung des Kopfes	Ringbruch mit Aufsprengung der Lambdanaht
37	48 J. m.	Gewalteinwirkung an rechter Gesichtsseite und beiden Schläfen	Hyperextension mit Abriß des Atlas und Stauchung	Ringbruch mit Ausläufern nach hinten und in beide mittlere Schädelgruben
38	18 J. m	Schürfung an Stirn, Schleudern des Gesamtkörpers	Hyperextension Stauchung?	Ringbruch

Fußgänger 2

Nr.	Alter Geschl.	Gewalteinwirkung	Folgen für Halswirbelsäule und Kopf	Bruchform
39	71 J. w.	Aufschlag auf Hinterkopf	Hyperextension Stauchung?	Ringbruch mit Verlauf oberhalb des Scheitelpunktes der Lambdanaht
40	31 J. m.	Anprall rechts Gesicht und Kinn, Schürfung im Nacken	Hyperextension	Ringbruch, exzentrisch linksbetont, in sich getrümmert
41	53 J. m.	Anprall linke Stirnseite	Hyperextension Stauchung	Ringbruch mit Ausläufern nach vorne
42	34 J. w.	Aufschlag rechter Scheitel	Stauchung	Ringbruch
43	50 J. m.	keine Verletzung an Kopf und Hals	Extrembewegung des Kopfes	Ringbruch mit Ausläufern zum rechten Felsenbein
44	24 J. m.	Anprall rechte Schläfe	laterale Extrembewegung des Kopfes Stauchung	Ringbruch
45	45 J. m.	Kinnanprall	Hyperextension	Ringbruch mit Aufsprengung der Lambdanaht
46	75 J. m.	Aufschlag vermutlich linke Kopfseite Zustand nach Trepanation	laterale Extrembewegung des Kopfes	Ringbruch mit Aufsprengung der Lambdanaht

2. Stürze

Gesamtzahl: 8

Unfallart:

Sturz aus 2 m bis 5 m Höhe	:	5
Treppensturz (Steinboden)	:	1
Sturz (?)	:	1
Sprung aus 7 m Höhe auf Gartenboden	:	1

Stürze

Nr.	Alter Geschl.	Gewalteinwirkung	Folgen für Halswirbelsäule und Kopf	Bruchform
47	41 J. m.	Aufschlag occipital Zustand nach Trepanation	Traktion	Ringbruch, links offen
48	52 J. w.	Aufschlag parieto-occipital links	Stauchung Traktion	Ringbruch mit Aufsprengung der Lambdanaht
49	67 J. m.	Aufschlag rechts temporal	Stauchung	Ringbruch mit Ausläufern nach vorne
50	36 J. m.	Aufschlag occipital links und Scheitel	Traktion Stauchung	Ringbruch, vorne offen Bruchlinien in linker mittlerer Schädelgrube und zum Schädeldach
51	72 J. m.	Aufschlag occipital links	Traktion	Ringbruch
52	76 J. m.	Aufschlag occipital	Traktion	Ringbruch, hinten offen
53	79 J. m.	Aufschlag rechts occipito-temporal	Stauchung	Ringbruch, vorne offen
54	29 J. m.	Aufschlag rechts fronto-temporo-parietal	Stauchung	Ringbruch, in sich getrümmert

Die Bezeichnung "Traktion" beinhaltet auch den Vorgang mehr oder weniger starker Hyperflexion.

3. Sonstige Unfälle

55 Wasserskifahrer, 63 J./m.
Aufprall mit Stirn und Scheitel auf Stein. Sofort tot.
Ringbruch der Schädelbasis mit zahlreichen Bruchausläufern an Schädeldach und -basis.

Mechanismus: Stauchung

56 Pilot, 31 J./m. Flugzeugabsturz.
Anprall mit Gesicht und Kinn. Sofort tot.
Ringbruch der Schädelbasis mit Zertrümmerung beider vorderer Schädelgruben.

Mechanismus: Stauchung und Traktion

57 Skifahrerin, 18 J./w. Zusammenstoß mit Schneekatze.
Aufschlag Hinterkopf links.
Ringbruch der Schädelbasis mit Aufsprengung der Lambdanaht.

Mechanismus: Traktion und Stauchung

4. Alter und Geschlecht der Unfallopfer

a) Alter

Mit Ausnahme von Säuglingen und Kindern sind alle Altersstufen unter den 57 Unfalltoten etwa gleichmäßig vertreten. Die jüngste Person war mit 14 Jahren eine Fußgängerin, die von einem Kraftfahrzeug angefahren worden war, die älteste ein 79 Jahre alter Mann, der im Haus gestürzt war.

b) Geschlecht

	Männer	Frauen	gesamt
PKW-Insassen	10	8	18
Zweiradfahrer	14	-	14
Fußgänger	9	5	14
Stürze	7	1	8
Sonstige Unfälle	2	1	3
	42	15	57

5. Kombination von Ringbrüchen mit Verletzungen des Mittel- und Stammhirns sowie mit Verletzungen der Halswirbelsäule

Nr.	Verletzungen der Medulla oblongata und des Mittelhirns (makroskopische Beurteilung)	Verletzung der Halswirbelsäule	Mechanismus
1		HWS 1/2 *	Traktion
2	Abriß der Medulla	Fraktur von HWK 1 und 2	Traktion
5	Abriß der Medulla	Trennung Schädelbasis - Atlas HWS 3/4	Stauchung und Traktion
7	Abriß der Medulla		Traktion
8		HWS 3/4	Traktion
11		Trennung Schädelbasis - Atlas	Traktion
12	Quetschung der Medulla		Traktion
14	Abriß der Medulla		Traktion
19	Abriß der Medulla	HWS zweimal frakturiert	Stauchung und seitliche Gewalteinwirkung
21	Abriß der Medulla	obere HWS-Fraktur	Traktion
23	Abriß der Medulla		Traktion
24	Quetschung der Medulla	HWK 7 frakturiert	Traktion
25	Quetschung der Medulla	Trennung Schädelbasis - Atlas Bruch HWK 7/ BWK 1	Stauchung
27	Abriß der Medulla		Stauchung und Traktion

Nr.	Verletzungen der Medulla oblongata und des Mittelhirns (makroskopische Beurteilung)	Verletzung der Halswirbelsäule	Mechanismus
29	Einriß an Brücke - Mittelhirn		Traktion
33	Balkenruptur		Stauchung
35	Abriß der Medulla	obere Halswirbelfraktur	Traktion
37		Trennung Schädelbasis - Atlas HWS 3/4	Stauchung und Traktion
40	Abriß der Medulla		Traktion
43	Abriß der Medulla		Stauchung und seitliche Gewalteinwirkung
44	Abriß der Medulla	Trennung Schädelbasis - Atlas HWS 5/6	Stauchung und seitliche Gewalteinwirkung
55	Quetschung der Medulla	Trennung Schädelbasis - Atlas	Stauchung
56	Abriß der Medulla	HWS 3/4	Stauchung und Traktion

* HWS 1/2 bedeutet Kontinuitätstrennung der Wirbelsäule zwischen 1. und 2. Halswirbelkörper!

6. Überlebenszeit

Von 57 verunfallten Personen waren

25 sofort tot (= 43 %)

Die übrigen überlebten

wenige Minuten:	16	(= 29 %)
einige Stunden:	7	(= 12 %)
Tage :	9	(= 16 %)

Der sofortige Todeseintritt erklärt sich bei einem Schädelbasisringbruch in den meisten Fällen durch eine Verletzung der Medulla oblongata in Höhe des großen Hinterhauptsloches.

14 Personen, die wenige Stunden bzw. einige Minuten überlebten, waren primär bewußtlos.

7. Formen des Ringbruches

vollständig - geschlossen :	39
in sich getrümmert :	4
unvollständig - offen :	16
nach hinten offen :	12
nach vorne offen :	2
zur Seite offen :	2
unklar, ob offen oder nicht: (unklare Beschreibung)	2

E. DISKUSSION

Unter einem Ringbruch der Schädelbasis versteht man die besondere Form eines Bruches in den mittleren und hinteren Schädelgruben. Die Frakturlinie verläuft kreisförmig um das große Hinterhauptsloch herum.

Die Erklärung solcher Ringbrüche hat eine Reihe von biomechanischen Gegebenheiten zu berücksichtigen. Wesentlich ist, daß sich auf die mit der Halswirbelsäule verbundene Schädelbasis neben Stauchung und Zug auch Extrembewegungen des Kopfes auswirken. Das Erkennen solcher Vorgänge am menschlichen Körper erleichtert oder ermöglicht erst das Verständnis für Bewegungsabläufe bei Unfällen. So liegt es nahe, daß die Rechtsmedizin dem Schädelbasisringbruch besonderes Interesse entgegenbringt.

Die Überlebenszeiten der Betroffenen sind wegen der ausnahmslos vorhandenen schweren Hirnschädigung in der Regel kurz. Der Obduzent sieht daher überwiegend primäre Verletzungsbilder, die nicht durch neurochirurgische Eingriffe verändert sind.

In den bislang zum Thema Ringbruch veröffentlichten und eingangs besprochenen Arbeiten werden Schädelbasisringbrüche und deren Entstehung überwiegend anhand geringer Fallzahlen diskutiert. Le COUNT u. HOCKZEMA sind die einzigen, die mit 36 Schädelbasisringbrüchen ein größeres Untersuchungsmaterial bearbeitet haben.

Die wesentlichen in der Literatur diskutierten Entstehungsmechanismen für Ringbrüche sind Stauchung und Traktion. Entstehungssituationen sind einerseits Fall auf den Scheitel, Fall auf Gesäß, Knie oder Füße und Gewalteinwirkung auf den Scheitel. Andererseits werden Hyperflexion und Hyperextension der Halswirbelsäule, Gewalteinwirkung

auf Gesicht und Kinn mit sekundärer Hyperextension der Halswirbelsäule sowie Gewalteinwirkung am Hinterkopf zur Erklärung eines Traktionsmechanismus angeführt.

Die vorliegende eigene Untersuchung an 57 Ringbrüchen führte zu folgenden wesentlichen Ergebnissen:

1. Ringbrüche der Schädelbasis erfüllen weder in vollem Umfang die Kriterien der Biegungs- noch die der Berstungsbrüche bzw. die der direkten und indirekten Brüche.

2. Es kann zwischen vollständigen und unvollständigen Ringbrüchen unterschieden werden. Die unvollständigen sind nach vorne (ventral), hinten (dorsal) oder seitlich offen.

3. Je nach Lokalisation einer angreifenden Gewalt gibt es neben Ringbrüchen zusätzliche Frakturen der Schädelbasis. Diese Frakturen wurden ausnahmslos auf der Seite der Gewalteinwirkung gefunden.

4. Ringbrüche, die im Hinterhauptsbereich auf das Schädeldach übergreifen, imponieren am eröffneten Schädel als "Scharnierbrüche". Voraussetzung für solche Frakturen dürfte die Kombination von Extrembewegung und massiver Gewalteinwirkung auf die Hinterhauptsregion sein.

5. Auch komplette Ringbrüche sind nicht in jedem Fall sofort tödlich. Unter unseren beobachteten Fällen fanden sich 9 mit Überlebenszeiten zwischen 1 Tag und 22 Tagen.

6. Reine Zug- und Druckbeanspruchung der Schädelbasis tritt als Ursache von Ringbrüchen zurück gegenüber Extrembewegung des Kopfes (Überstreckung, Überbeugung, seitlich gerichtete Bewegungen).

7. Bei Verkehrsunfällen sind alle Gruppen von Verkehrsteilnehmern betroffen. Ringbrüche entstehen beim Sturz aus der Höhe ebenso wie beim Sturz in der Ebene.

zu 1.:

Ringbrüche der Schädelbasis erfüllen weder in vollem Umfang die Kriterien der Biegungs- noch die der Berstungsbrüche bzw. die der direkten und indirekten Brüche.

Es ergibt sich die Frage, ob Ringfrakturen zu den direkten oder indirekten Brüchen zu rechnen sind. Bei dem durch Stauchung entstandenen und als klassisch beschriebenen Ringbruch verläuft die Frakturlinie konzentrisch um das große Hinterhauptsloch herum, also senkrecht zur Richtung der einwirkenden Gewalt. Der Ringbruch wäre somit ein direkter Bruch, ein Biegungsbruch. Allerdings zeigt er keine direkte Verbindung mit dem Ort der Gewalteinwirkung. Die Kraft wird z.B. beim Fall auf die Füße durch die Wirbelsäule übertragen. Diese wird in die Schädelhöhle hineingetrieben. So betrachtet, könnte man vom Ringbruch auch als einem indirekten oder Berstungsbruch sprechen.

Auch der durch Traktion entstandene Ringbruch zeigt keine direkte Verbindung mit dem Ort der Gewalteinwirkung. Bei Hyperextension der Halswirbelsäule wird die Kraft ebenfalls durch die Wirbelsäule auf die Schädelbasis übertragen. Bei einer Gewalteinwirkung auf das Gesicht, z.B. Kinn oder Stirn, knickt der Kopf nach hinten ab. Durch Zug nach hinten oben bricht die Schädelbasis im Bereich der beiden Felsenbeine und des Türkensattels. Die Bruchlinien setzen sich beidseits nach dorsal fort. Sie schließen sich zu einem Ring oder führen nur zu einem unvollständigen Ringschluß. Trifft eine Gewalt den Hinterkopf, so wird der Schädel von der Wirbelsäule weggezogen. Der Angriffspunkt der Gewalt muß allerdings tief unterhalb der sog. "Hutkrempenlinie" liegen.

Die Bewegungsabläufe des Kopfes sind in den jeweiligen Verletzungssituationen häufig vielfältig. Die Gewalt kann praktisch von jeder Seite auf den Kopf einwirken. So ist

zu erklären, daß sowohl Druck- als auch Zugkräfte gemeinsam einen Ringbruch der Schädelbasis hervorrufen können. Ein und derselbe Bruch kann teilweise durch Stauchung, teils durch Traktion entstanden sein.

Die Überlegungen zu dieser Frage führen schließlich zu dem Ergebnis, daß Ringbrüche der Schädelbasis weder die Kriterien der Biegungsbrüche noch die der Berstungsbrüche in vollem Umfang erfüllen.

zu 2.:

Es kann zwischen vollständigen und unvollständigen Ringbrüchen unterschieden werden. Die unvollständigen sind nach vorne, hinten oder seitlich offen.

In unserem Untersuchungsmaterial waren von 57 Ringfrakturen 16 unvollständig, davon 12 nach hinten, 2 nach vorne und 2 zur Seite hin offen.

Die Feststellung, daß Ringbrüche der Schädelbasis nicht immer als in sich geschlossene Ringe imponieren, findet sich mehrfach in der Literatur (MESSERER, HOFFMANN, H., WALCHER, REIMANN u.v.a.).

NAGY faßt zusammen, daß es komplette, partielle (= bogenförmige) und mit anderen Brüchen kombinierte Ringfrakturen gibt. Die von manchen Autoren ebenfalls als Ringfrakturen bezeichneten isolierten Brüche am Türkensattel oder in einer der hinteren Schädelgruben nahe am foramen occipitale magnum werden in dieser Arbeit nicht behandelt.

Beispiele für Ringbrüche aus dem eigenen Untersuchungsmaterial:

Fall Nr. 17

PKW-Fahrer, 19 J./m., PKW mit Fahrerseite gegen Omnibus geschleudert.

Befunde: Unvollständiger, nach hinten offener Ringbruch, siehe Abb. 14.
Blutung in der Kopfhaut parietal links der Mittellinie.
Blutungen im Mark des rechten Frontallappens.
Blut im Hirnkammersystem.

Deutung: Ringbruch durch Stauchung bei Gewalteinwirkung auf die Scheitelregion.

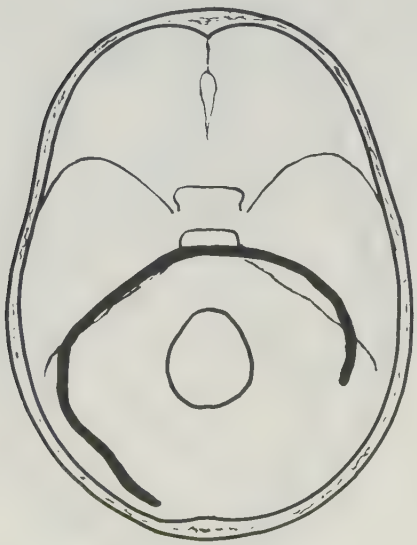

Abb. 14: Unvollständiger, nach hinten offener Ringbruch der Schädelbasis durch Stauchung, Frakturschenkel nach links länger.

Fall Nr. 53

Sturz im Haus, 79 J./m.

Befunde: Unvollständiger, nach vorne offener Ringbruch, siehe Abb. 15.
Monokelhämatom rechts.
Fraktur occipito-temporal rechts. Zerstörung des rechten Temporallappens mit Rinden-Mark-Blutung.
Blutung in Brücke und Mittelhirn, Blut im Hirnkammersystem.

Deutung: Ringbruch durch Aufschlag occipito-temporal rechts, einseitiger Traktionsmechanismus.

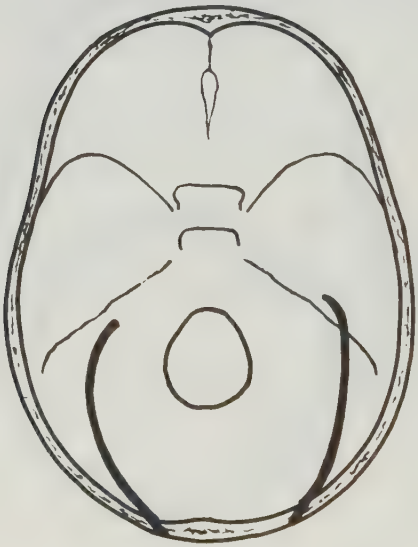

Abb. 15: Unvollständiger, nach vorne offener Ringbruch durch Aufschlag occipito-temporal rechts mit einseitiger Traktion. Frakturschenkel rechts länger als links.

Fall Nr. 10

PKW-Fahrerin, 21 J./w. Auffahrunfall. Sicherheitsgurt.

Befunde: Verzweigter Ringbruch, siehe Abb. 16.
Platzwunden an Stirn und Wange rechts.
Unterblutung der Kopfschwarte frontal rechts, temporal links.
Blut im Hirnkammersystem.

Deutung: Ringbruch durch Gesichtsanprall mit Hyperextension und gleichzeitiger Stauchung des Kopfes.

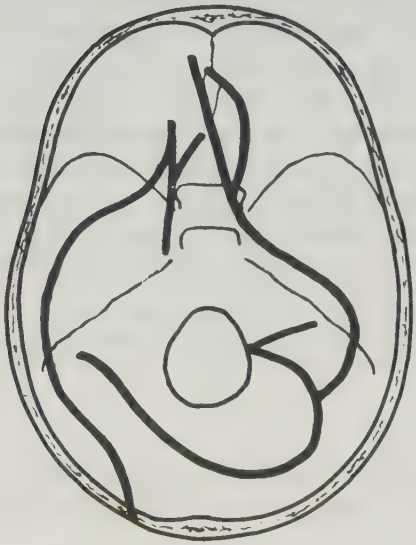

Abb. 16: Verzweigter Ringbruch durch Traktion und Stauchung

zu 3.:

Je nach Lokalisation einer angreifenden Gewalt gibt es neben Ringbrüchen zusätzliche Frakturen der Schädelbasis.

Diese Frakturen wurden ausnahmslos auf der Seite der Gewalteinwirkung gefunden.

Es zeigt sich ferner, daß neben dem Ringbruch, der durch Stauchung, durch Traktion oder durch die Kombination beider Mechanismen entstanden ist, zusätzliche Frakturen in den vorderen, mittleren oder hinteren Schädelgruben vorkommen. Diese sind auf zusätzliche Gewalteinwirkungen außerhalb eines typischen "Ringbruchmechanismus" zurückzuführen und als Berstungsbrüche aufzufassen.

Fall Nr. 2

Beifahrer in PKW, 24 J./m. Auf LKW aufgefahren.

Befunde: Ringbruch mit Frakturausläufern in die vorderen Schädelgruben.
Verletzungen von Gesicht, Kinn und Hals.
Abriß der Medulla oblongata.
Fraktur des 1. und 2. Halswirbelkörpers, des Zungenbeins und des Kehlkopfes.

Deutung: Ringbruch durch Hyperextension.
Frakturen in den vorderen Schädelgruben durch Gesichtsanprall als Berstungsbrüche.

zu 4.:

Ringbrüche, die im Hinterhauptsbereich auf das Schädeldach übergreifen, imponieren am eröffneten Schädel als "Scharnierbrüche".

Voraussetzung für solche Frakturen dürfte die Kombination von Extrembewegung und massiver Gewalteinwirkung auf die Hinterhauptsregion sein.

Diese besondere Art von Ringbruch zeichnet sich dadurch aus, daß sie nicht auf die Schädelbasis beschränkt ist, sondern im oberen Hinterhauptsbereich auf das Schädeldach

übergreift. Die Ebene der Ringfraktur bildet hier mit der Schädelbasisebene einen spitzen Winkel. PATSCHEIDER nennt diese Frakturen "Diagonalbrüche".*)

Ein Teil des Ringbruches stellt sich in diesen Fällen dar als ein Scharnierbruch quer durch die Schädelbasis. Die Bruchlinie kann durch den Türkensattel, durch beide Felsenbeine und von da ins Hinterhaupt entsprechend dem Verlauf der Lambdanaht ziehen. Nach unseren eigenen Beobachtungen (9 Fälle) kann auch die Lambdanaht gesprengt sein. Gelegentlich verläuft die Bruchlinie am Schädeldach bogenförmig einige Zentimeter vor oder hinter der Lambdanaht. Am eröffneten Schädel ist der vordere Anteil der Schädelbasis gegen den hinteren scharnierartig zu bewegen, so daß bei isolierter Betrachtung der Schädelbasis der Eindruck einer einfachen Querfraktur (Scharnierbruch) entstehen kann. Die Entstehung einer solchen Fraktur erklärt PATSCHEIDER durch Zusammenwirken von Schleuderung (Zug am Schädelgrund nach unten außen) und gleichzeitigem Anprall des Kopfes (Angriff stumpfer Gewalt am Hinterhaupt).

*) Um Mißverständnisse zu vermeiden, soll darauf hingewiesen werden, daß der Begriff "Diagonalbruch" bereits für eine andere Art von Schädelbasisbruch angewandt wird. HERRMANN (1881) kam zu dem Ergebnis, daß an der Schädelbasis Längsfrakturen durch Längsdruck, Querfrakturen durch Querdruck und "Diagonalfrakturen" durch diagonale Kompression des Schädels entstehen.

Fall Nr. 48

Sturz aus 2,5 m Höhe auf Steinboden, 52 J./w.

Befunde: Vollständiger Ringbruch, siehe Abb. 17.
Blut in beiden Gehörgängen mit Austritt von Gehirnsubstanz.
Unterblutung der Kopfschwarte parieto-occipital links.
Prellungsherde beidseits frontal und temporal, basal, links occipital und linke Kleinhirnhemisphäre.

Deutung: Ringbruch durch Sturz auf Hinterhaupt mit Abknicken des Kopfes. Traktion und Stauchung.

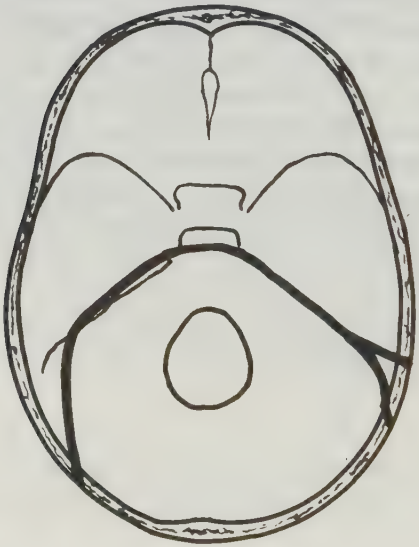

Abb. 17: Vollständiger Ringbruch mit Aufsprengung der Lambdanaht durch Traktion und Stauchung, Frakturverlauf im Bereich der Schädelbasis.

Fall Nr. 8

Beifahrer in PKW, 43 J./m. Zwei Auffahrunfälle unmittelbar hintereinander.

Befunde: Ringbruch mit Sprengung der Lambdanaht, siehe Abb. 18.
Rißplatzwunden an Kinn und Hals. Unterkieferfraktur.
Unterblutung der Kopfschwarte occipital.
Vollständige Durchtrennung der Halsweichteile (Luftröhre, Speiseröhre, Muskulatur der Wirbelsäule) und der linken Halsschlagader.
Klaffender Bruch des 3. und 4. Halswirbels.

Deutung: Ringbruch durch Flexion und Hyperextension.

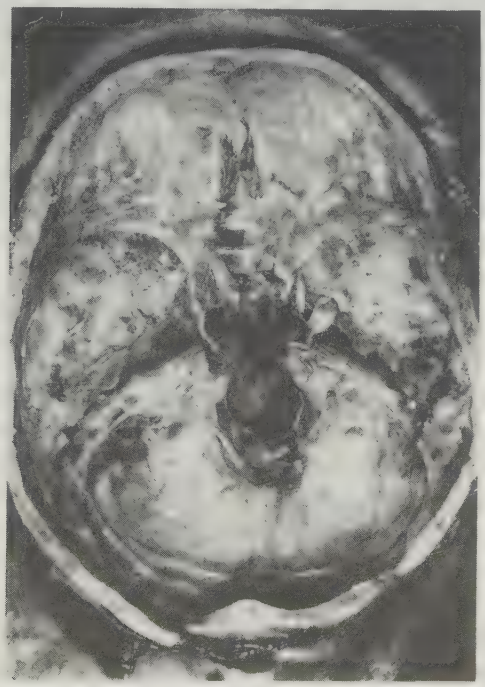

Abb. 18: Ringbruch mit Sprengung der Lambdanaht durch Flexion und Hyperextension.

In den von uns untersuchten Fällen fand sich keine Sprengung der Lambdanaht bei reinem Stauchungsmechanismus. Soweit die Befunde der Unfallopfer durch operative Eingriffe nicht verändert worden waren, läßt sich die von PATSCHEIDER eingeführte Erklärung derartiger Ringbrüche bei unseren eigenen Untersuchungen bestätigen.

zu 5.:

Auch komplette Ringbrüche sind nicht in jedem Fall sofort tödlich. Unter unseren beobachteten Fällen fanden sich 9 mit Überlebenszeiten zwischen 1 Tag und 22 Tagen.

Beim Ringbruch der Schädelbasis sind häufig bereits makroskopisch erkennbare Verletzungen der Medulla oblongata und des Stammhirnes vorhanden. In ca. 50 % der von uns untersuchten Fälle wiesen Kleinhirn und basale Hirnteile Schädigungen auf. Traktion auch in Verbindung mit Stauchung führt in ca. 75 % der Fälle zu Quetschung bzw. Abriß der Medulla, was bei Stauchung zusammen mit seitlicher Gewalteinwirkung am Kopf dagegen nur in 25 % der Fälle zu beobachten war. Dieselbe Beziehung ergibt sich bei Verletzungen von Kleinhirn und basalen Hirnteilen.

Ringbrüche der Schädelbasis können auch längere Zeit überlebt werden. 9 Verletzte lebten nach ihrem Unfall länger als 1 Tag bis maximal 22 Tage. Von diesen 9 Personen war bei dreien die Prognose quoad vitam sofort nach dem Unfallereignis infaust. Die Patienten waren primär bewußtlos und wurden assistiert beatmet, bis nach 1 bzw. 2 Tagen Herzstillstand eintrat. 6 Personen waren trepaniert worden. Es wurden ausschließlich epi- und subdurale Hämatome ausgeräumt. 5 Patienten verstarben dennoch 1 bis 2 Tage nach dem Unfall. Lediglich ein 76 Jahre alter Mann überlebte einen Sturz auf einer Steintreppe längere Zeit (22 Tage).

Fall Nr. 52 (Überlebenszeit 22 Tage)

Befunde: Unvollständiger, nach hinten offener Ringbruch, siehe Abb. 19.
Kontusionsherd rechts occipital. Rindenmarkblutungen fronto-basal beidseits, weit ins Mark reichend.

Deutung: Ringbruch durch Traktion bei occipitalem Aufschlag. Prellungsherde frontal als Contre-coup.

Todesursache war eine Bronchopneumonie.

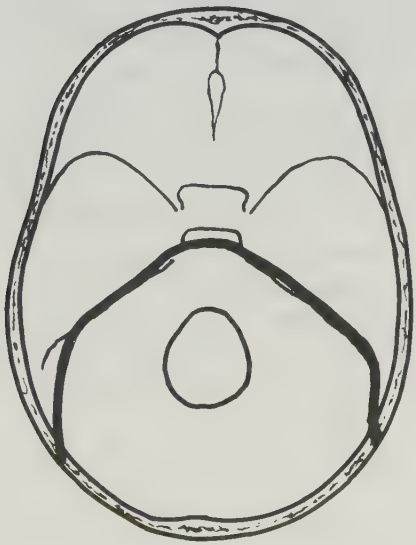

Abb. 19: Ringbruch, nach hinten offen, durch Traktion bei occipitalem Aufschlag

Verläuft der Ringbruch durch beide Foramina jugularia (N. glossopharyngeus, N. vagus, N. accessorius) und durch den Canalis caroticus (Art. carotis int.), so kann der Patient einem akuten Herzstillstand durch Vaguslähmung erliegen. Ringbrüche, die nur einseitig das Foramen jugulare erfassen, werden vom Patienten häufig ebenfalls nur kurzfristig überlebt. Einseitige Lähmungen der Vagusgruppe, insbesondere eine Parese des N. glossopharyngeus führt zur Lähmung des Schlundes. Die Patienten versterben letztlich an einer Aspirationspneumonie (BAUER, 1939).

Die Tatsache, daß eine schwere Verletzung bzw. ein Abriß der Medulla oblongata nicht mit dem Leben vereinbar ist, bedarf keiner weiteren Worte.

Erfolgt noch eine Aufnahme in der Klinik, so stehen die Behandlung des drohenden Atem- und Kreislaufstillstandes und des Schocks der als Notfall eingelieferten Patienten im Vordergrund aller intensivmedizinischen Maßnahmen. Die klinische röntgenologische Diagnose "Ringfraktur der Schädelbasis" fand sich in unserem Untersuchungsgut nirgends. Nach VONDRA u. BLAHA (1957) lassen sich Ringbrüche röntgenologisch nur mit Spezialaufnahmetechniken (axiale oder parieto-occipitale Projektion) darstellen.

zu 6.:

Reine Zug- und Druckbeanspruchung der Schädelbasis tritt als Ursache von Ringbrüchen zurück gegenüber Extrembewegung des Kopfes (Überstreckung, Überbeugung, seitlich gerichtete Bewegungen).

Die in dieser Arbeit beschriebenen Schädelbasisringbrüche lassen sich erklären durch:

a) Gewalteinwirkung auf Gesicht (insbesondere Stirn und Kinn) und Hals,

b) Gewalteinwirkung auf die Scheitel-Schläfenregion,

c) Gewalteinwirkung am Hinterhaupt,

d) sekundäre Extrembewegung des Kopfes mit Flexion und Hyperextension der Halswirbelsäule im Rahmen von Schleudervorgängen des Gesamtkörpers,

e) seitliche Extrembewegungen des Kopfes.

Der als klassisch beschriebene Mechanismus des Entstehens der Ringbrüche durch Stauchung bei Einwirkung auf den Scheitel oder Fall auf die untere Extremität konnte in nur zwei Fällen eindeutig nachgewiesen werden. Beim Sturz aus geringer Höhe, in der Ebene oder beim Treppensturz mit Aufprall des Hinterkopfes kann jedoch eine Traktion im Occipitalbereich dann zu einem Ringbruch führen, wenn die Kraft am Hinterkopf unterhalb der sog. "Hutkrempenlinie" ihren Angriffspunkt hat.

In unserem Untersuchungsgut überwiegt bei der Entstehung des Ringbruches eindeutig der Traktionsmechanismus. Zug ist auch die wesentliche Komponente bei der plötzlichen Überstreckung der Wirbelsäule mit extremer Rückwärtsbeugung des Kopfes. Ursachen hierfür sind ein direkter Gesichtsanprall an Stirn oder Kinn mit sekundärer Hyperextension und Extrembewegungen des Kopfes nach der Seite mit oder ohne direkte Gewalteinwirkung.

zu 7.:

Ringbrüche finden sich bei allen Gruppen von Verkehrsteilnehmern. Sie entstehen beim Sturz aus der Höhe ebenso wie beim Sturz in der Ebene.

Folgende typische Geschehensabläufe, die zu Ringbrüchen der Schädelbasis führen, ließen sich auf der Grundlage

der Verletzungen und der bekanntgewordenen sonstigen Umstände rekonstruieren:

1) Verkehrsunfälle

a) Insassen von Personenkraftwagen:
13 Frontalzusammenstöße bzw. Auffahrunfälle frontal in gleicher Fahrtrichtung.
1 Auffahrunfall von hinten.

Hierbei konnte der in der Literatur beschriebene Mechanismus mit Retroflexions-Hyperextensions- bzw. Flexions-Hyperextensions-Bewegung bestätigt werden.

Beispiel

Beifahrerin in PKW, 33 J./w. Frontalzusammenstoß bei 30 km/h.

Befunde: Ringbruch der Schädelbasis, siehe Abb. 20 und 21.
Schnitt- und Schürfwunden im Gesicht (Stirn, Kinn).
Abriß der Medulla oblongata.

Deutung: Ringbruch durch Flexion und Hyperextension.

Abb. 20:

Beifahrerin in PKW. Schnitt- und Schürfwunden an Stirn und Kinn durch Gesichtsanprall.

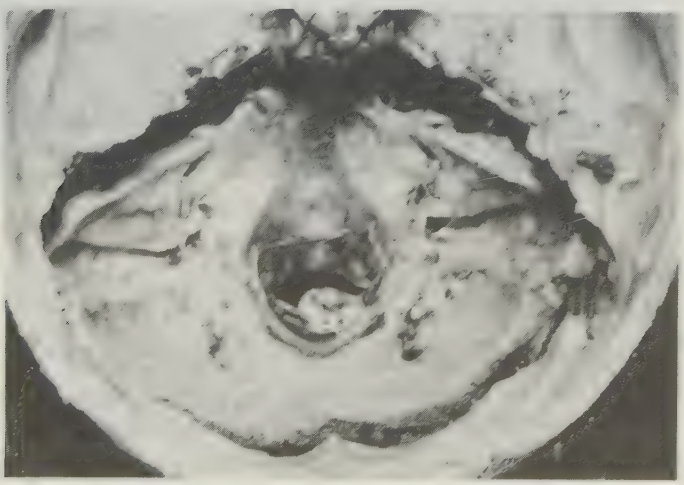

Abb. 21: Ringbruch durch Flexion und Hyperextension. Deutlich erkennbar ist an der Verschiebung der Frakturflächen zueinander die Traktionskomponente dieser Bruchart (siehe auch S. 9).

b) Fahrrad- und Motorradfahrer:

10 Zusammenstöße von Zweiradfahrern mit Kraftfahrzeugen.

In dieser Gruppe sind reine Stauchung und Traktion nahezu ebenso häufig vertreten wie die Kombination beider Mechanismen. Flexion und Hyperextension können ebenso wie Extrembewegungen des Kopfes zur Seite zu einem Ringbruch führen.

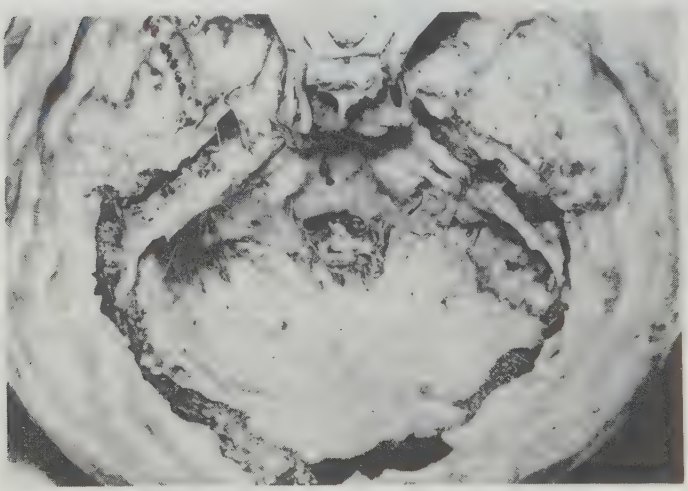

Abb. 22: Ringbruch durch Traktion und Stauchung, Motorradunfall

Die Bemerkung von NAGY, daß Sturzhelme bei Motorradfahrern einen Ringbruch durch Traktion nicht immer verhindern, sondern seine Entstehung sogar begünstigen, kann hier nicht näher an eigenen Beobachtungen erörtert werden, weil nur von 2 Motorradfahrern bekannt geworden war, daß sie Helme getragen hatten. In beiden Fällen handelte es sich um reine Stauchungen.

c) Fußgänger

14 Personen waren von einem Kraftfahrzeug von hinten oder von der Seite angefahren worden. Der Ringbruch entstand entweder durch Hyperextension der Halswirbelsäule und Rückwärtsschleudern des Kopfes durch die erste Berührung zwischen Körper und Fahrzeug oder durch Stauchung bei Anprall des Fußgängers mit der Scheitelregion an der Autodachkante oder am Seitenholm bei Aufladung des Fußgängers auf das Fahrzeug.

2) Stürze

6 Personen waren aus 2 bis 7 m Höhe auf unterschiedlichen Untergrund (Gartenboden, Stein, Beton), 2 Männer im Haus gestürzt.

Ein eindeutiger reiner Stauchungsmechanismus, wie er in der Literatur beschrieben wird, lag lediglich in einem Sturz aus 7 m Höhe vor. Eine zusätzliche Impressionsfraktur am Schädeldach war hier Ausdruck der Gewalteinwirkung auf den Scheitel. In allen anderen Fällen, also auch beim Sturz in der Ebene bzw. beim Treppensturz ließ sich ein Aufschlag der Hinterkopfregion nachweisen. Wirksam dürfte hier in erster Linie eine Traktion bei Beugung des Kopfes gewesen sein.

F. ZUSAMMENFASSUNG

An 57 Fällen wird gezeigt, daß es neben dem "klassischen" Ringbruch der Schädelbasis weitere Formen ringförmiger Schädelbasisfrakturen gibt. Vom einfachen Ringbruch, der mit mehr oder weniger großem Durchmesser das große Hinterhauptsloch umkreist, lassen sich nach vorne, hinten oder seitlich offene Brüche abgrenzen. In einzelnen Fällen verläuft die Frakturlinie im Hinterhauptsbereich ansteigend ins Schädeldach unter Aufsprengung der Lambdanaht. Weiter findet man Übergangsformen vom reinen Ringbruch zum querverlaufenden Berstungsbruch der Schädelbasis. Vom Ringbruch können Frakturen abgehen bzw. in den Ring einmünden. Diese zusätzlichen Bruchlinien liegen auf der Seite einer außerhalb des "Ringbruchmechanismus" einwirkenden zusätzlichen Gewalt.

Charakteristische Entstehungssituationen für einen Ringbruch der Schädelbasis sind

Unfälle im Straßenverkehr:

1. Fußgänger, die von einem Kraftfahrzeug von hinten oder von der Seite angefahren werden.
2. Insassen von Kraftfahrzeugen bei
   a) Frontalzusammenstößen und
   b) Auffahr-Ramm-Unfällen.

Stürze

Die wesentlichen Mechanismen, die einen Ringbruch der Schädelbasis bewirken, sind Stauchung und Traktion. Oft muß allerdings aufgrund charakteristischer Verletzungsmuster der getöteten Personen sowie aus Beschädigungen der Fahrzeuge und aus der Unfallsituation auf eine Kombination von Stauchungs- und Traktions-Mechanismus geschlossen werden. Wie gezeigt werden konnte, ist auch eine seitliche

Gewalteinwirkung am Kopf allein oder kombiniert mit Stauchung oder Traktion geeignet, zu einem Ringbruch der Schädelbasis zu führen.

Auch Hyperflexion und Hyperextension wirken sich auf die Schädelbasis abschnittsweise als Stauchung oder Traktion aus.

In nur wenigen Fällen wird ein Ringbruch der Schädelbasis über einen Zeitraum von mehreren Tagen überlebt. Bereits makroskopisch erkennbare Verletzungen im Stammhirnbereich oder der Medulla oblongata erklären die primäre Bewußtlosigkeit bzw. den häufigen sofortigen Todeseintritt beim Unfallopfer.

Herrn Professor Dr.med. E. Schulz danke ich für die Überlassung des Themas und seine freundliche und geduldige Mithilfe beim Fortgang der Arbeit.

Herrn Professor Dr.med. K.A. Bushe danke ich für die freundliche Übernahme des Korreferates.

L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

1. BARDZIG, S. — Beitrag zur Mechanik der Schädelfrakturen bei Verkehrsunfällen Referat: Zusammenfassung Zentralbl. Rechtsmed. 1, 166 (1970)

2. BAUM, W. — Beitrag zur Lehre von den indirekten Schädelfrakturen Arch. klin. Chir. 19, 381-399 (1876)

3. GREDER, W. — Experimentelle Untersuchungen über Schädelbasisbrüche Dtsch. Z. Chir. 21, 491-510 (1885)

4. GREIFFENHAGEN, W. — Mechanismus der Schädelbrüche Inaug. Diss. Dorpat (1887)

5. HERRMANN, N. — Experimentelle und casuistische Studien über Frakturen der Schädelbasis Inaug. Diss. Dorpat (1881)

6. HOFFMANN, H. — Fünf Fälle tödlicher Schädelbasisbrüche Vierteljahresschr. ger. Med. 23, 281-290 (1902)

7. HOPPE, F. — Schädelbrüche in gerichtsärztlicher Beziehung Friedreichs Bl. gerichtl. Med. 55, 241-350 (1904)

8. IPSEN, C. — Mechanik von Brüchen am Schädelgrund Referat Wien. klin. Wschr. Nr. 21, 778-779 (1908)

9. IPSEN, C. — Zur Deutung des Entstehens der Brüche am Schädelgrund Vierteljahresschr. ger. Med. 39, 84-115 (1910)

10. JAROSCH, K. HINZ, P. — Hinterhauptsabriß von der Halswirbelsäule Mschr. Unfallheilk. 72, 89-99 (1969)

11. KÖRBER, B. — Gerichtsärztliche Studien über Schädelfrakturen nach Einwirkung stumpfer Gewalten Z. Chir. 29, 545-580 (1889)

12. KRATTER, J. — Lehrbuch der gerichtlichen Medizin I
Enke Verlag, Stuttgart, 340-342 (1921)

13. Le COUNT, E.R.
HOCKZEMA, J. — Symmetrical traumatic fractures of the cranium
Referat: Neuhaus, C.
Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. 24, 320 (1935)

14. Le COUNT, E.R.
HOCKZEMA, J. — Symmetrical traumatic fractures of the cranium; symmetrical fragmentation
Arch. Surg. 29, 171-226 (1934)

15. MERKEL, H.
WALCHER, K. — Gerichtsärztliche Diagnostik und Technik
S. Hirzel Verlag, Leipzig, 66 (1936)

16. MESSERER, O. — Elastizität und Festigkeit der menschlichen Knochen
J.G. Cotta Verlag, Stuttgart 1880

17. MESSERER, O. — Experimentelle Untersuchungen über Schädelbrüche
Referat: Bartels, M.
Z. Chir. 21, 435-436 (1885)

18. MESSERER, O. — Über die gerichtsmedizinische Bedeutung verschiedener Knochenbruchformen
Friedreichs Bl. gerichtl. Med. 36, 81-104 (1885)

19. MORITZ, A.R. — The pathologie of trauma
Lea und Febiger, Philadelphia 331-332 (1942)

20. MÜLLER, E. — Schädelbrüche in gerichtsärztlicher Bedeutung
Friedreichs Bl. gerichtl. Med. 49, 397-459 (1898)

21. NAGY, L. — Auf starke stumpfe Gewalteinwirkung entstehende Extensions-Ringfrakturen der Schädelbasis
Zentralbl. f. Verkehrsmedizin, Verkehrspsychologie, Luft- und Raumfahrt-Medizin 19, 129-136 (1973)

22. NAGY, L.
HAFERLAND, W. — Extensionsfrakturen der Schädelbasis bei sturzhelmgeschütztem Kopf
Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. 66, 9-12 (1969)

23. PATSCHEIDER, H. — Entstehung der Ringbrüche des Schädelgrundes
Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. 52, 13-21 (1961)

24. PATSCHEIDER, H. — Über eine eigenartige Bruchform des Schädels
Beitr. gericht. Med. 25, 333-338 (1969)

25. PONSOLD, A. — Lehrbuch der gerichtlichen Medizin
Thieme Verlag, Stuttgart (1967)

26. REIMANN, W. — Zur Mechanik der Schädelbasis-Ringbrüche
Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. 51, 601-608 (1961)

27. SCHLESINGER, E. — Basisfrakturen des Kopfes und ihre forensische Bedeutung
Vierteljahresschr. ger. Med. 3 F. XIX Suppl. 1-44 (1900)

28. SPASIĆ, P. REŽIĆ, A. — Beitrag zur Kenntnis des Entstehungsmechanismus der Schädelbasis-Ringbrüche
Z. Rechtsmed. 67, 324-328 (1970)

29. STRASSMANN, F. — Lehrbuch der gerichtlichen Medizin
Enke Verlag, Stuttgart, 389-394 (1895)

30. TOVO, C. — Über den Tod durch Sturz aus der Höhe
Vierteljahresschr. ger. Med. 35, 280-317 (1908)

31. Von WAHL, E. — Über Frakturen der Schädelbasis
Samml. klin. Vorträge von Volkmann Nr. 228, 1945-1970 (1883)

32. WEIL, C. — Verletzungen nach ihrem Sitz in: Maschka, J. Handbuch der gerichtlichen Medizin I
Verlag Lauppsche Buchhandlung, Tübingen, 240-248 (1881)

33. WEILER, G. — Traumatologie des tödlichen Sturzes aus der Höhe
Mschr. Unfallheilk. 76, 293-299 (1973)

34. WÜRMELING, H.B. STRUCK, G. — Hirnstammrisse bei Verkehrsunfällen
Beitr. gerichtl. Med. 23, 297-302 (1965)

L E B E N S L A U F

Am 3. Februar 1953 wurde ich als erstes Kind der Eheleute Helmut Jahn und Dr.med. Jahn-Luber, Margarete in Hof/Saale geboren.

Von 1959 bis 1963 besuchte ich die Volksschule in Hof, von 1963 bis 1972 das humanistische Gymnasium in Hof. Von 1972 bis 1973 folgte eine Ausbildung an der naturwissenschaftlich-technischen Akademie Prof. Dr. Grübler in Isny.
Im Jahre 1973 begann ich das Studium der Medizin an der Universität Würzburg, wo mir am 12. Dezember 1979 die Approbation als Ärztin erteilt wurde.

Von Februar 1980 bis April 1981 war ich als wissenschaftliche Assistentin im Institut für Rechtsmedizin der Universität Würzburg beschäftigt.
Seit Juni 1981 arbeite ich als Assistenzärztin in der inneren Abteilung des Kreiskrankenhauses Möckmühl.

Ruth Jahn

Dissertationsdruck
Schmitt & Meyer

Würzburg Ludwigkai 28a Tel. 7 23 80

Dissertationsdruck
Schmitt & Meyer

Würzburg Ludwigkai 28a Tel. 7 23 80